

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь


В.А.Богущ

08.09.2015

Регистрационный № ТД-6.539/тип.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей:**

1-31 04 01 Физика (по направлениям);

1-31 04 06 Ядерная физика и технологии;

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;

1-31 04 08 Компьютерная физика

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического
объединения по
естественнонаучному образованию


А.И.Голызик

02.10.2015



СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего
образования Министерства
образования Республики Беларусь


С.И. Романюк

07.09.2015

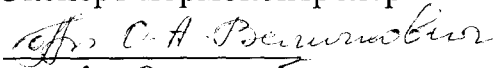
СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»


И.В.Титович

13.08.2015

Эксперт-нормоконтролер


О.А.Пашченко

28.08.2015

Минск 2015

СОСТАВИТЕЛИ:

Л.И. Буров – доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

И.Н. Медведь - доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей физики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

С.С.Ветохин – заведующий кафедрой физико-химических методов сертификации продукции Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»,
кандидат физико-математических наук, доцент .

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой общей физики физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 7 от 5 февраля 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 20 июня 2014 г.);

Научно-методическим советом по физике Учебно-методического объединения
по естественнонаучному образованию

(протокол № 5 от 23 июня 2014 г.).

Ответственный за редакцию: И.Н. Медведь

Ответственный за выпуск: И.Н. Медведь

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Электричество и магнетизм» представляет собой органичную часть классического курса физики и посвящена изучению электромагнитных взаимодействий и их доминирующего влияния на основные физические (и химические) свойства микро- и макросистем.

Изложение дисциплины строится по индуктивному принципу на основе экспериментальных данных с учетом исторической последовательности развития представлений о взаимодействии заряженных тел и создаваемых ими полей.

Целями изучения настоящей дисциплины являются:

- сформировать основные представления об электромагнитных свойствах микро- и макроскопических систем;
- заложить необходимый фундамент для усвоения последующих разделов общей (оптики, атомной и ядерной физики) и теоретической (электродинамики, квантовой механики) физики.

В связи с этим, можно сформулировать следующие задачи изучения дисциплины «Электричество и магнетизм»:

- мировоззренческая и методологическая:
необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую (электромагнитную) картину окружающего мира. Создание такой картины должно происходить путем обобщения экспериментальных данных и построения на их основе моделей наблюдаемых явлений.
- практическая:
рассмотреть основные электромагнитные явления и процессы, условия описания их в рамках построенных моделей, изучить основные законы и их выражение в виде математических уравнений. Сформировать у студентов навыки использовать введенные модели для решения конкретных задач.
- исследовательская:
обучить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента для исследования электромагнитных явлений с последующим анализом и оценкой полученных результатов, включая расчет погрешностей.

Для обеспечения проблемно-исследовательской, практико-ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов-физиков, формирования у них навыков самостоятельной работы по разрешению ситуаций, имитирующих профессиональные проблемы в будущей научной и производственной деятельности, главная роль отводится лабораторному практикуму и практическим занятиям.

Изложение учебного материала основано на определенных знаниях и представлениях, сформированных в процессе обучения в базовой школе.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и законы электромагнетизма;
- законы постоянного и переменного тока;
- уравнения Максвелла;
- свойства диэлектриков и магнетиков.

уметь:

- рассчитывать электрические и магнитные поля в вакууме и веществе;
- выполнять расчет цепей квазистационарных переменных токов;
- применять законы электромагнетизма к решению задач.

владеть:

- методами экспериментальных исследований электромагнитных явлений и процессов;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по электричеству и магнетизму.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыком устной и письменной коммуникации;
- владеть навыками здорового образа жизни;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- обладать навыками гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);
- уметь работать в команде;
- применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента;
- использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру;
- проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования;

- пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой;

- применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы;

- владеть знаниями о структурной организации материи, о современных физических методах познания природы;

- пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний. При чтении лекционного курса рекомендуется применять также мультимедийные средства обучения.

Эффективность усвоения студентами программы дисциплины в целом и формирования планируемых практических навыков проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов, контрольных работ и отчёта по лабораторным работам.

Типовая учебная программа разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов по специальностям: 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)», 1-31 04 06 «Ядерная физика и технологии», 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий», 1-31 04 08 «Компьютерная физика».

Для специальностей: 1-31 04 06 «Ядерная физика и технологии», 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий», 1-31 04 08 «Компьютерная физика», 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)», для направления специальности 1-31 04 01-01 «Физика (научно-исследовательская деятельность)» программа рассчитана на 278 часов; из них аудиторных – 180 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 62, лабораторные занятия – 60, практические занятия – 58).

Для направлений 1-31 04 01-02 «Физика (производственная деятельность)», 1-31 04 01-03 «Физика (научно-педагогическая деятельность)» и 1-31 04 01-04 «Физика (управленческая деятельность)» специальности 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)» программа рассчитана на 268 часов; из них аудиторных – 172 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 60, лабораторные занятия – 56, практические занятия – 56).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Практ. (семинар.) занятия	Лаб. занятия	Всего
1	Введение	1			1
2	Электростатическое поле в вакууме	6	10		16
3	Электростатическое поле при наличии проводников	3	4		7
4	Электростатическое поле при наличии диэлектриков	5	4	4	13
5	Энергия электростатического поля	4	6		10
6	Электрический ток	4	6	16	26
7	Стационарное магнитное поле в вакууме	4	6		10
8	Магнитное поле в веществе	4	2	4	10
9	Электромагнитная индукция.	6	6	4	16
10	Электромагнитные колебания	8	6	16	30
11	Магнетики.	4	2		6
12	Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн.	4	2		6
13	Электрический ток в реальных средах	9	4	16	29
	Итого	62	58	60	180

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Электромагнитные взаимодействия в природе. Электрический заряд, дискретность и инвариантность заряда.

2. Электростатическое поле в вакууме. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Полевая трактовка закона Кулона. Принцип суперпозиции.

Линии вектора напряженности, поток вектора напряженности.

Теорема Гаусса. Дифференциальная формулировка теоремы Гаусса.

Работа сил электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Разность потенциалов, потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Принцип суперпозиции для потенциала.

Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.

Основная задача электростатики. Поле электрического диполя.

3. Электростатическое поле при наличии проводников. Поле заряженного проводника произвольной формы. Распределение зарядов по поверхности проводника. «Стекание» заряда с проводника. Проводники в электростатическом поле. Электростатическая защита. Заземление. Генератор Ван-де-Граафа.

Понятие о методе изображений.

Емкость уединенного проводника и системы проводников. Конденсаторы и их емкость. Соединение конденсаторов.

4. Электростатическое поле при наличии диэлектриков. Классификация диэлектриков, диполь как модель при описании диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Количественная характеристика поляризации - поляризованность (вектор поляризации). Вектор поляризации и связанные заряды. Описание электростатического поля в диэлектриках, вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость.

Граничные условия, преломление линий векторов напряженности и смещения на границе раздела диэлектриков. Основные сведения о сегнетоэлектриках. Пьезоэлектрики и их практическое использование. Пироэлектрики.

5. Энергия электростатического поля. Энергия взаимодействия дискретных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия.

Энергия заряженного проводника, конденсатора.

Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия взаимодействия заряженных тел.

Энергия диполя в электрическом поле.

Силы, действующие в электрическом поле на: дискретно и непрерывно распределенные заряды, диполи, проводники, диэлектрики. Вычисление сил из выражения для энергии.

6. Электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Условия существования электрического тока. Электродвижущая сила (ЭДС). Падение напряжения. Электрическое поле внутри проводника с током и вблизи его поверхности.

Линейные цепи. Правила Кирхгофа.

Квазистационарные токи. Условия квазистационарности.

7. Стационарное магнитное поле в вакууме. Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа – Био – Савара – Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока, вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца.

Теорема Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля.

Магнитный поток. Теорема о полном потоке. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент.

8. Магнитное поле в веществе. Классическая теория намагничивания, вектор намагничивания. Объемные и поверхностные токи намагничивания, связь с вектором намагничивания. Описание магнитного поля в магнетиках, напряженность магнитного поля.

Классификация магнетиков, магнитная восприимчивость и проницаемость. Источники линий напряженности. Граничные условия для векторов индукции и напряженности, преломление линий.

Измерение магнитной проницаемости, индукции, напряженности. Магнитная экранировка.

9. Электромагнитная индукция. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Природа сторонних сил при явлении электромагнитной индукции, дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции. Вывод закона электромагнитной индукции из закона сохранения энергии.

Явление самоиндукции, индуктивность. Понятие о скин-эффекте. Взаимная индукция контуров с током, взаимная индуктивность. Принцип действия трансформатора.

Энергия магнитного поля контуров с током. Энергия магнитного поля соленоида с током. Объемная плотность энергии магнитного поля. Энергия магнитного поля.

10. Электромагнитные колебания. Колебательный контур, собственные незатухающие электромагнитные колебания. Период собственных колебаний. Превращение энергии в колебательном контуре.

Свободные электромагнитные колебания в контуре с активным сопротивлением.

Вынужденные электромагнитные колебания. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока. Последовательная цепь переменного тока с различной нагрузкой, импеданс. Энергия и мощность в цепи переменного тока.

Разветвленная цепь переменного тока, метод проводимостей. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Трехфазный ток и его применение в технике и передаче электроэнергии на расстояние.

11. Магнетики. Магнитомеханические явления. Экспериментальное подтверждение существования магнитных моментов атомов (опыт Штерна и Герлаха). Диамагнетизм, ларморова прецессия.

Парамагнетики, закон Кюри.

Особенности намагничивания ферромагнетиков. Гистерезис. Домены. Механизмы перемагничивания. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры.

Понятие об антиферромагнетизме, ферримагнетизме.

12. Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн. Обобщения Максвелла: вихревое электрическое поле и токи смещения. Полная система уравнений Максвелла. Теория Максвелла и границы ее применимости.

Электромагнитные волны и их свойства. Закон сохранения энергии электромагнитного поля, поток энергии. Излучение электромагнитных волн.

Экспериментальное подтверждение теории Максвелла: опыты Герца и Лебедева.

13. Электрический ток в реальных средах. Природа носителей заряда в металлах. Эффект Холла. Температурная зависимость электропроводности металлов. Сверхпроводимость. Классическая теория проводимости (Друде-Лоренца) и ее затруднения.

Понятие о зонной теории проводимости. Энергетические зоны металлов, полупроводников, изоляторов. Собственная проводимость полупроводников. Примесная (электронная и дырочная) проводимость.

Работа выхода электрона с поверхности металла. Контактные явления в металлах. Контактная разность потенциалов.

Контакт полупроводников с различным типом проводимости. Р-п переход и его свойства. Полупроводниковые диод и транзистор. Понятие о микроэлектронике.

Термоэлектродвижущая сила, эффект Пельтье и эффект Томсона.

Механизм электропроводности электролитов. Зависимость электропроводности электролитов от температуры.

Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона. Закон трех вторых. Электровакuumные приборы.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Основные типы газового разряда.

Плазменное состояние вещества. Виды плазмы. Условия получения и существования плазмы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу общей физики является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы для практических занятий;
- учебно-методические материалы для работ физпрактикума;
- тематика рефератов и докладов на семинарских занятиях;
- график консультаций преподавателя;
- задания для проведения зачета по практическим занятиям;
- вопросы к экзамену;

- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
 - контрольных работ на практических занятиях;
 - промежуточных тематических тестов;
 - отчетов по работам физпрактикума;
 - докладов на семинарских занятиях.
- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Перечень рекомендуемых средств диагностики знаний

1. Отчёты по лабораторным работам;
2. Коллоквиумы - 2;
3. Контрольные работы - 2.

Рекомендации по текущему контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Аттестация по практическим и лабораторным занятиям проводится в форме зачетов. Текущая аттестация по дисциплине осуществляется на экзамене. Оценка на экзамене выставляется по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний по данной дисциплине рекомендуется использовать тестовые задания по отдельным разделам (темам) дисциплины, коллоквиумы, контрольные работы и устные опросы.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Электрическое поле в вакууме и веществе
2. Стационарное магнитное поле, электромагнитные колебания

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Электростатическое поле в вакууме и веществе, взаимная емкость, энергия электростатического поля
2. Стационарный ток, стационарное магнитное поле. Электромагнитная индукция, индуктивность. Энергия магнитного поля.

Рекомендуемый список лабораторных работ

1. Измерение сопротивлений в цепи постоянного тока.
2. Компенсационный метод измерения ЭДС

3. Исследование гистерезиса ферромагнетиков с помощью осциллографа
4. Изучение резонансов напряжений и токов
5. Измерение мощности и сдвига фаз в цепях переменного тока
6. Проверка закона Ома для цепи переменного тока
7. Измерение сопротивления с помощью электростатического вольтметра
8. Измерение сопротивлений методом прямого отклонения
9. Изучение счетчика электрической энергии
10. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона
11. Изучение гальванометра магнитоэлектрической системы
12. Изучение полупроводниковых выпрямителей
13. Изучение зависимости электрического сопротивления металлов и полупроводников от температуры
14. Явление Холла

Рекомендуемые темы практических занятий

1. Закон Кулона, метод суперпозиции при расчете напряженности электрического поля
2. Теорема Остроградского-Гаусса
3. Теорема о циркуляции, потенциал, разность потенциалов
4. Основная задача электростатики, поле диполя, поле произвольной системы зарядов.
5. Проводники в электрическом поле.
6. Электростатическое поле в диэлектриках.
7. Емкость. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия электрического поля
8. Законы постоянного тока, расчет сопротивления среды
9. ЭДС. Электрическое поле постоянного тока. Правила Кирхгофа. Квазистационарные токи.
10. Теорема Био-Савара-Лапласа.
11. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции
12. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле.
13. Магнитное поле в веществе.
14. Электромагнитная индукция, сила Лоренца.
15. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля
16. Цепи переменного тока
17. Уравнения Максвелла
18. Движение частиц в электрическом и магнитном полях
19. Электрический ток в различных средах.

Рекомендуемая литература**Основная**

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. III. Электричество. / Сивухин Д.В. М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2004. - 656 с
2. Калашников, С.Г. Курс общей физики (в 3-х томах) Электричество / С.Г.Калашников. М.: Физматлит, 2003. 624 стр.
3. Иродов, И.Е. Законы электромагнетизма / И.Е.Иродов. М.: Высшая школа 2000. 287 стр.
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике / И.Е.Иродов. Санкт-Петербург: Лань, 2004. 416 стр.
5. Кембровский, Г.С. Физический практикум / Г.С.Кембровский. Мн.: Университет, 1986. 352 стр.

Дополнительная

1. Савельев, И.В. Курс общей физики, т.2 / И.В.Савельев. М.: Астрель, 2003. 352 стр.
2. Матвеев, А.Н. Электричество и магнетизм / А.Н.Матвеев. М.: Высшая школа, 1983. 462 стр.